



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 95101421.8

[51]Int.Cl⁶

B22D 11/06

[43]公开日 1996 年 1 月 17 日

[22]申请日 95.1.20

[30]优先权

[32]94.1.24 [33]JP[31]5688/94

[71]申请人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京

[72]发明人 田中喜三郎 山本惠一 高谷英明

山根孝 胁山洋一 松本隆博

桥本律男

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

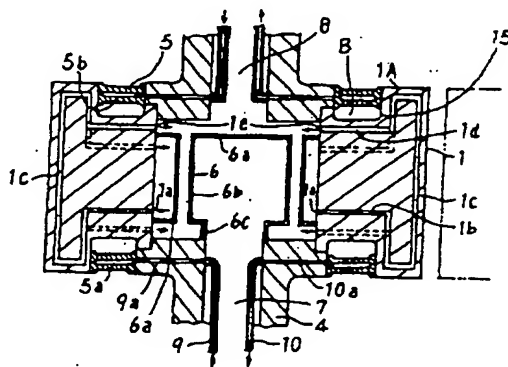
代理人 王礼华

权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图页数 8 页

[54]发明名称 双转鼓式连铸设备与连铸方法

[57]摘要

能迅速和匀滑地校正水冷转鼓热变形的双转鼓式连铸设备,在此水冷转鼓外周邻近形成有薄壁部。在薄壁部与轴之间的空间部内安装一内有加热水流道的薄壁环状体。水冷转鼓内还有让冷却水流过的给水道,以及水冷道与排水道。环状体与水冷转鼓的端面之间形成有空间部。在连铸过程中导致此水冷转鼓的变形,能通过使热水流经环状体而产生的环状体变形传递给上述薄壁部而得到修正。



权 利 要 求 书

1. 一种双转鼓式连铸设备, 将熔融金属连续地供给由一对相互反向转动的水冷转鼓所形成的铸型部内, 以连续铸造板状铸片; 其特征在于: 在上述水冷转鼓宽向上两端的外周邻近延伸地设置有一薄壁部, 在此薄壁部与轴之间, 则将一内部具有加热水流道的薄壁环状体装设于上述水冷转鼓的端面 and 该薄壁环状体之间所存在的空间内。

2. 如权利要求 1 所述的双转鼓式连铸设备, 其特征在于: 在上述薄壁环状体的加热水流道中沿其圆周方向设置一批分割隔板, 同时在各个分隔开的流道中分别设有与之通连的加热水的供给口与排出口。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的双转鼓式连铸设备, 其特征在于: 在上述水冷转鼓的外周面上事先形成有初始的中心凸厚部。

4. 如权利要求 1 所述的双转鼓式连铸设备, 其特征在于, 此设备装备有: 通过测出水冷转鼓正下方板状铸片的板厚分布来算出铸片中心凸厚值的计算装置; 用来计算出由此中心凸厚值计算装置求得的目标中心凸厚值与预定的目标中心凸厚值之差的装置; 以及根据此中心凸厚值之差来控制供给于前述薄壁环状体的热水温度的装置。

5. 如权利要求4所述的双转鼓式连铸设备,其特征在于,此设备还设有;可根据上述中心凸厚值计算装置求得的铸片中的凸厚值,来计算铸片中心凸厚变化速度的铸片中心凸厚变化速度的计算装置;以及根据上述铸片中心凸厚变化速度来控制供给该薄壁环状体的加热水的供给量的装置。

6. 一种双转鼓式连铸方法,将熔融金属连续地供给由一对相互反向转动的水冷转鼓所形成的铸型部内,连续铸造板状铸片;其特征在於,作为前述的水冷转鼓采用了这样的水冷转鼓,在此转鼓宽向上两端部的外周邻近延伸地设置有一薄壁部,而在此薄壁部与轴之间,则将一内部具有加热水流道的薄壁环状体装设于此水冷转鼓的端面和该薄壁环状体之间所存在的空间内,能随时检测出连铸中的板状铸片两端部的板厚与中央部的板厚的差,当此测出值超出控制目标范围值时,可在低水温条件下给薄壁环状体供水,而当此测出值小于控制目标范围值时,则可在高水温的条件下给薄壁环状体供水。

7. 一种双转鼓式连铸方法,将熔融金属连续地供给由一对相互反向转动的水冷转鼓所形成的铸型部内,连续铸造板状铸片;其特征在於,作为前述的水冷转鼓采用了这样的水冷转鼓,在此转鼓宽向上两端部的外周邻近延伸地设置有一薄壁部,而在此薄壁部与轴之间,则将一内部具有加热水流道的薄壁环状体装设有此水冷转鼓的端面和该薄壁环状体之间所存在的空间内,能随时检测

出连铸中的板状铸片两端部的板厚与中央部的板厚的差，当此测出值的变化速度大于基准范围时，增加对上述环状体的供水量；而当此测出值的变化速度小于基准范围时，则减少对此环状体的供水量。

8. 如权利要求 6 所述的双转鼓式连铸方法，其特征在于：当所述测算出的值的变化速度大于基准范围时，增加对上述环状体的供水量；而当此测出值的变化速度小于基准范围时，则减少对此环状体的供水量。

说明书

双转鼓式连铸设备与连铸方法

本发明涉及到用来对水冷转鼓因热负荷变形进行控制的双转鼓式(ツイントラム式)连铸设备与连铸方法的改进。

作为薄板连铸设备之一的先有的双转鼓式连铸设备有日本特开平—104449号,其主要部分如图9与图10所示。

在上述两图中,将钢液 R 连续地供给于一对依箭头所示作相互反向转动的水冷转鼓01和一对侧坝02构成的铸型部内,通过水冷转鼓01的外周面使此钢液 R 冷却凝固而连铸成薄板状铸片 W 。

在水冷转鼓01之内设有给水口01a、排水口01e、多条给水道01b,以及沿着水冷转鼓01外面上的水冷道01c与排水道01d。此外,在水冷转鼓01的两端部中则分别于其内部设有遍及其整个部分的加热器组件03。

在这种连铸设备中,一旦有钢液 R 供给于铸型部中,水冷转鼓01的外周部由于热膨胀而使转鼓的两端部在其滚筒的宽向上伸长,结果导致如图11(a)中以虚线所示的在径向上有 δ 的短缩变表。于是,两个水冷转鼓01的间隔在两端之间就会比两中央部之间宽出 2δ ,而使铸成的铸片 W 的两端部也要增厚 2δ ,致令此铸片的板状形

式变差。

为此,从给水口 01a 将冷却水供给于水冷道 01c,并在冷却转鼓外周的同时,对加热器组件 03 通电以加热转鼓的两端部,以便能如图(10b)中虚线所示使此两端部于径向上发生 δ 的伸长变形,来抵消因钢液 R 造成的热变形,而让这两个转鼓在其滚筒的全宽上具有一致的间隔。

在上述情形下,于铸片 W 的出口处设置有板形检测器(图中未示明),用以随时检测铸片 W 的整个宽度,根据此检测器的检测信号来调整前述加热器组件 03 的发热量以调整转鼓两端部的热膨胀量,由此对铸片 W 的板形作出良好的控制。

如上所述,在这种先有的连铸设备中,是通过设在水冷转鼓两端部之内的加热器组件 03 来使此端部受热膨胀,以对此转鼓外表面的形状进行控制,但由于作为被加热物体的转鼓 01 有很大的热容量,致使用作处理对象的转鼓外表面的变形响应迟缓,因而存在着不能对连铸中的铸片进行即时控制的问题。

此外,由于加热器组件 03 是设在水冷转鼓 01 的内部,使加热器组件 03 的加热不能均匀,从而又有不能确切地控制连铸中的铸型形状的问题。

本发明的目的即在于提供这样一种双转鼓式的连铸设备,它能消除先有这类设备中所出现的上述缺点,使水冷转鼓迅速地热变形,并可通过匀称地补偿来连续地铸造出板形良好的铸片。

为了在那种将熔融金属连续地供给由一对相互反向转动的水冷转鼓所形成的铸型部内，以连续地铸造出板状铸片的双转鼓式连续设备中来实现上述目的，本发明采用了这样的结构：在上述水冷转鼓宽向上两端部的外周邻近延伸地设置一薄壁部，而在此薄壁部与轴之间，则将内部具有加热水流道的薄壁环状体装设于上述水冷转鼓的端面和该薄壁环状体之间所存在的空间内。

为使形成上述空间的转鼓外周侧的壁面朝此转鼓端面一侧拓广，也可使之具有坡度。

本发明的双转鼓式连铸设备由于具有上述结构的水冷转鼓，根据铸片用板形检测器的信号而把加热水供给于薄壁环状体的加热水流道后，此薄壁环状体便立即加热膨胀，由此便使水冷转鼓两端部的薄壁部变形，对转鼓的外径作出合适的控制。

还由于薄壁环状体与水冷转鼓端面之间存在有空间，水冷转鼓表面的轮廓就能按匀滑曲面变形，而得以在中央部分将铸片的形状控制成平坦的或是隆起的形状。

此外，由于设置了这样的空间，就可减小因薄壁环状体的胀缩而产生的热应力变化。

本发明所提供的这种双转鼓式连铸设备除上述结构之外，还设有：通过测出水冷转鼓正下方板状铸片的板厚分布来算出铸片中心凸厚值的计算装置；用来计算出由此中心凸厚值计算装置求得的铸片中心凸厚值与预定的目标中心凸厚值之差的装置；以及根据此中

心凸厚值之差来控制供给于前述薄壁环状体的热水温度的装置。

根据具有上述结构的双转鼓式连铸设备，就能随时算出板状铸片的中心凸厚值与上述的中心凸厚值差，再根据这些值来确切地控制供给薄壁环状体的加热水的温度，而制造出所需形状的板状铸片。

本发明的双转鼓式连铸装置除上述结构之外，还设有：可根据上述中心凸厚值计算装置求得的铸片中心凸厚值，来计算铸片中心凸厚变化速度的铸片中心凸厚变化速度的计算装置；以及根据上述铸片中心凸厚变化速度来控制供给该薄壁环状体的加热水的供给量的装置。

根据具有上述结构的双转鼓式连铸设备，就能随时算出铸造中板状铸片的中心凸厚值、中心凸厚值差以及中心凸厚的变化速度，而可根据此种差值与变化速度来确切地控制供给薄壁环状体的加热水的数量与温度，以制造出所需形状的板状铸片。

在本发明的双转鼓式连铸设备中，能够随时检测出连铸中的板状铸片两端部的板厚与中央部的板厚的差，当此测出值超出控制目标范围值时，可在低水温的条件下给薄壁环状体供水，而当此测出值小于控制目标范围值时，则可在高水温的条件下给薄壁环状体供水，这样的控制方式是很理想的。

在上述情形下，也可使相对于此薄壁环状体的加热水供给量保持一定。

此外，在本发明的双转鼓式连铸设备中，能够随时检测出连铸中

的板状铸片两端部的板厚与中央部的板厚的差，故也可采用这样的控制方式：当此测出值的变化速度大于基准范围时，增加对上述环状体的供水量；而当此测出值的变化速度小于基准范围时，则减少对上述环状体的供水量。

还有，在本发明的双转鼓式连铸设备中，也可对前述结构的水冷转鼓进行结构上的增设改进，即对安装于此水冷转鼓中的薄壁环状体的加热水流道沿其圆周方向设置一批分割隔板，同时在各个分隔开的流道中分别设有与之通连的加热水的供给口与排出口。

最好是把此种隔板配置成，将薄壁环状体内的加热水流道沿圆周方向分隔成一批对称的流道。

通过上述结构的双转鼓式连铸设备，由于能在薄壁环状体内一批分隔开的加热水流道中同时分别供给与排出加热水，就能使此薄壁环状体与轴在周沿方向上均匀地热膨胀，因而便可让水冷转鼓两端部的薄壁部也在周沿方向上均匀地变形，而得以进行更精确的形状控制。

上述控制状况如图 6 所示。控制开始时，能立即检测出铸片中心凸厚值处于不敏感区之外的情形。

在先有技术中，由于铸片中心凸起厚度的补偿速度慢，铸片的偏离不敏感区设置范围的中心凸厚值有很大变化，需要经过一定时间才能得到良好的铸片，但在本发明中，由于补偿速度快，就能立即校正到不敏感区的设置范围。

此外,在本发明的双转鼓式连铸设备中,可对具有前述结构的水冷转鼓作出进一步的增设改进,即可在此种水冷转鼓的外周面上事先形成初始的中心凸厚部。这样一来,由于借薄壁环状体对水冷转鼓进行的变形补偿可以限制于很小的部分内,就易通过加热水产生小的温度变化来确保铸片的合乎需要的形状。

于是,可以减小水冷转鼓与薄壁环状体上的有关负荷,而能显著地提高此设备的耐久性。

下面根据图示的实施例来具体说明本发明的设备。在附图中:

图 1 是示明本发明一实施例的双转鼓式连铸设备主要部分的剖面图。

图 2 是示明图 1 给出之设备中水冷转鼓的加热水流道的剖面图。

图 3 是图 1 所示的水冷转鼓经剖开一部分后的斜视图。

图 4 是把薄壁环状体中的加热水流道按多个形式设置时的例子的剖面图。

图 5 是概要地示明本发明一实施例的双转鼓式连铸设备中水冷转鼓的形状控制的侧视图。

图 6 说明本发明一实施例的双转鼓式连铸设备中水冷转鼓的形状控制随时间的变化。

图 7 是示明水冷转鼓与薄壁环状体的尺寸表示的部分剖面图。

图 8 是部分地示明设有初始中央凸厚部分的剖面图。

图 9 是示明先有双转鼓式连铸设备一部分剖面的平面图。

图 10 是图 8 所示设备的侧视图。

图 11 是示明双转鼓式连铸设备中水冷转鼓热变形的说明图，其中的(a)表明热变形的生成状态，(b)表明对此热变形进行补偿的状态。

第一实施例

图 1 至图 5 示明本发明一实施例的双转鼓式连铸设备中主要部分的结构。

如图 5 所示，此设备将钢液 R 连续地供给于由一对依相反的箭头方向转动的水冷转鼓 1 和一对侧坝 2 组成的铸型部件，此钢液 R 为水冷转鼓 1 的外表面冷却凝固而连续地铸造成薄板铸片 W 。

在铸片 W 的出口处设置有例如辐射厚度计，用作测量中央及两侧处三个点以上的铸片厚度的板形检测器 12(12a、12a、12c)，可根据随时检测的信号控制水冷转鼓 1 外表面的轮廓形状，由此来控制铸片 W 的形状。

用板形检测器 12 来随时检测出铸片中心的凸厚时，是把板状铸片 W 两端部的板厚与中央部板厚的差 $2\delta'$ 同目标的铸片中心凸厚值 $2\delta_0$ 相比较，再把此种中心凸厚差 $\Delta\delta = (2\delta' - 2\delta_0)/2$ 输送给控制装置 13。

控制装置 13 根据上述的中心凸厚差 $\Delta\delta = (2\delta' - 2\delta_0)/2$ 以及中心凸厚变化速度 $\Delta\delta/\Delta t = (\delta'_i - \delta'_{i-1})/\Delta t$ ，控制加热水的给水设备

16, 调节着水冷转鼓 1 和供给于所设薄壁环状体 5 中的加热水的温度 T 与流量 Q 。

上述目标中心凸厚值 $2\delta_0$ 则由转鼓的初始中心凸厚度与铁转鼓变形量等、板状铸片的厚度 t 以及目标板形 2 等确定。

如图 1 至图 3 所示, 水冷转鼓 1 的直径为 1200mm, 宽度为 1330mm, 它的两端部处的中心侧壁厚度为 120mm, 从此两端部延伸设置一具有 100mm 之斜坡 15 的薄壁部 1A, 在水冷转鼓 1 内设有给水部 1b、排水道 1d 以及沿外周表面的水冷道 1c, 来自冷却水供给管 7 的冷却水经给水口 1a 与给水道 1b 供给水冷道 1c, 冷却转鼓的外周表面, 再经排水道 1d 与排水口 1e 从冷却水排出管 8 排出。此外, 6a、6b 与 6c 则分别是构成水冷转鼓 1 内分隔冷却水的流入室与排出室之隔壁 6 的一组隔壁。

在轴 4 与上述薄壁部 1A 之间形成的空间 B 内构成有一条间隙为 5mm 的加热水流道 5a, 并将一带有厚度为 20mm 的支柱部 5b 的薄壁环状体 5 插入其中。

环状体 5 与空间 B 内的转鼓端面之间形成了一个在转鼓 1 轴向上的 60mm 间隔的空间部。

在环状体 5 中, 由加热水供给管 9 经给水道 9a 将加热水供给于加热水流道 5a, 使此环状体 5 热膨胀, 然后经排水道 10a 将所供加热水从加热水排出管 10 排出。

图 2 示明了上述加热水的流通过程, 前述的加热水流道 5a 由分

隔板 11 沿圆周方向分成两部,由加热水供给管 9 供给的加热水经给水道 9a 从各供给口 5c 均等地流向各个分隔道,并从各排出口 5d 经排水道 10a 自加热水排出管 10 排出。

如上图所示,加热水流道 5a 是由分隔板 11 分成两部分,但为了能使环状体均匀地加热,必要时,也可将这种通过分隔板 11 对加热水流道 5a 的分割构成为,沿圆周方向取两部分以上的对称分割。

此外,上述环状体 5 中的加热水流道 5a 也可如图 4 所示设置成多列形式。

下面说明本实施例的设备的作用。

将钢液 R 供给于由一对水冷转鼓 1 和侧坝 2 形成的上述铸型部中来连铸薄板铸片 W 时,如前所述(参看图 11(a)),双侧的水冷转鼓 1 的铸型部即在热负荷作用下变形,薄板铸片 W 的两端部(约占相应总宽的 30%)最大增厚 2δ ,会使板厚形状变差。

但在本实施例的设备中,当由冷却水供给管 7 供给冷却水来冷却水转鼓 1 的外周时,能由板形检测器 12(图 5)随时检测出连铸中之铸片 W 的板两端部的板厚和中央部分最大板厚的差 $2\delta'$,并将它同目标中心凸厚 $2\delta_0$ 的差输送给控制装置 13。当检测出的中心凸厚 $2\delta'$ 在控制目标范围内时,从加热水给水装置 16 供给于环状体 5 的加热水的温度与供给量不作改变。

当板状铸片 W 测出的中心凸厚值 $2\delta'$ 大于目标中心凸厚值 $2\delta_0$ 时,则根据预先求出的转鼓冷却水与上述加热水的温差同转鼓变形

量的关系,设定水温降低量与供水量,将相应的加热水供给于环状体5。

当检测出的中心凸厚值 2δ 小于目标中心凸厚值 $2\delta_0$ 时,即根据与上述相同的预先求得的关系设定水温上升量与供水量,再将相应的加热水供给于环状体5。

中心凸厚量的变化值 $\Delta\delta = (2\delta - 2\delta_0)/2$ 的大小可由设定加热水的温度决定,而中心凸厚的变化速度 $\Delta\delta/\Delta t = (\delta_i - \delta_{i-1})/\Delta t$, 则可通过求出数秒之间的铸片中心凸厚量的时间变化和增减加热水的给水量,而快速或缓慢地修正到目标中心凸厚值之内。

如上所述,供给于环状体5的加热水流道5a中之加热水的供给量与水温等,可以根据预先求得的水温差与转鼓变形量的关系,予以设定和控制。

这样,环状体5即受热而膨胀,使水冷转鼓1的两端部沿径向分别有 δ 的变形量。于水冷转鼓1中,由于在设置有空间部B的同时使此转鼓的薄壁部1A的厚度薄至120mm,故可使转鼓的外周面依匀滑的曲面变形。于是,由钢液R造成的水冷转鼓1两端部的变形 δ 便得以抵消,而铸型部的间隙在中央部处形成了相应匀滑的形状,得以连续地铸造出板形良好的薄板铸片。

此时的环状体5,由于形成了使支柱部5b的厚度为20mm的薄壁形式,而能对于流过其中加热水流道5a内的热水有良好的热影响性,此外,由于水冷转鼓1的两端部延伸设置成薄壁状形式,此转

鼓就能有伴随环状 5 的热膨胀性变形的良好变形响应,从而能根据随时输送给控制装置 13 的控制信号联机地以约 $2\text{ }\mu\text{m/sec}$ 的变形速度来改变 δ ,作出良好的铸片轮廓形状的控制。

此外,由于环状体 5 的加热水流道 5a 为分隔板 11 沿圆周方向分割成两部分,使加热水能同时供给于各个分割开的分道而让环状体 5 在圆周方向上均匀膨胀,因此转鼓 1 的两端部也在圆周方向上均匀变形,而能更好地控制铸片的轮廓形状。

上述第一实施例中水冷转鼓的形状控制首先可以根据图 5 的说明迅速进行。

第二实施例

在与第一实施例相同的双鼓式连铸设备中,水冷转鼓的直径为 1200mm ,宽为 1330mm ,同时此水冷转鼓与薄壁环状体示明在图 7 的各部件尺寸则取表 1 中的相应数值,据此来研究本发明的效果。

在采用本发明的设备时,由于对水冷转鼓的形状开始补偿控制之后的补偿速度很快,铸片的中心凸厚就能较早地回复到正规的数值。

此外,由表 1 内第 1 至第 8 实施例中的任何一个都可求得一有效补偿量 δ' ,能使铸片取平坦形状或使其中央部位具有某种程度的隆凸形状。

表 1

实施 例	t (mm)	g (mm)	L ₁ (mm)	h (n)	L ₂ (mm)	补偿 可能量 δ' (μ m)	补偿 速度 (mm/sec)	备注
1	5	6	100	80	50	50	10	本发明
2	8	5	100	100	60	90	8	"
3	20	5	100	100	60	120	2	"
4	25	5	100	100	60	130	1.5	"
5	40	5	100	100	60	140	0.8	"
6	30	5	100	100	60	135	1.0	"
7	15	6	80	90	50	80	2.8	"
8	25	6	100	100	60	110	1.5	"
9	—	—	100	100	—	30	0.1	先有 技术

第三实施例

在进行铸造前,如图 8 所示,在水冷转鼓上预先加工成一初始中心凸厚部 1z,然后再进行铸造作业。这样就能在使加热水的温度变化小,亦即是在能使转鼓的筒身与薄壁环状体所受负荷减小的条件下,在铸造作业中确保铸片具有所需的形状。

这里的设备除在转鼓外表面上设有初始中央凸厚部外,均与实施例 1 中的相同。

这样,当采用已加工出初始中央凸厚部 1X 的水冷转鼓 1 来开始铸造时,水冷转鼓 1 的铸型部即因热负荷而变形,使铸片 W 的两端部产生约 2δ 的变形,但由于先已按照较 δ 为小的值形成了转鼓的初始中央凸厚部 1Z,故能使薄壁环状体 5 进行小的补偿变形即可。于是,由于能在减小加热水温度变化 ΔT 的条件下获得所需的铸片的中央凸厚值,故可减小水冷转鼓 1 与薄壁环状体 5 上的负荷,从而得以显著地提高设备的耐用性。

按照上面的详细说明,根据本发明的双转鼓式连铸设备及相应方法,在水冷转鼓宽向的两端部外周邻近延伸地设置有薄壁部,于此薄壁部与轴之间则安装着内部具有加热水流道的薄壁环状体,同时能随时检测出连铸中铸片的中心凸厚值,并根据此中心凸厚值的信号来控制供给于薄壁环状体内加热水流道的加热水供给量与水温,还由于在薄壁环状体与转鼓筒身的间隙内设有空间部,得以匀滑地

补偿水冷转鼓两端部的形状，而将铸型部的形状控制成平行的或在其中央部分有稍大的间隙，从而能够联机地连续铸造出板形连好的薄板铸片。

还由于可用温水或冷水来流经上述环状体内的加热水流道，同时使此环状体取薄壁结构，故可缩短环状体内的热传输时间，从而能在数秒的控制时间内联机地修正铸片的中心凸厚部的形状。

此外，通过将上述环状体的加热水流道沿圆周分向分割成一批分隔流道时，加热水可以同时地供给于各个分隔流道，于是可使环状体的热膨胀，从而可使水冷转鼓两端部的变形能在圆周方向上均匀地进行，从而能取得可更为良好地进行铸片形状控制的效果。

另外，要是在水冷转鼓的外周面上形成有初始的中心凸厚部时，就能通过不多的温度控制进行转鼓形状的补偿。

图 1

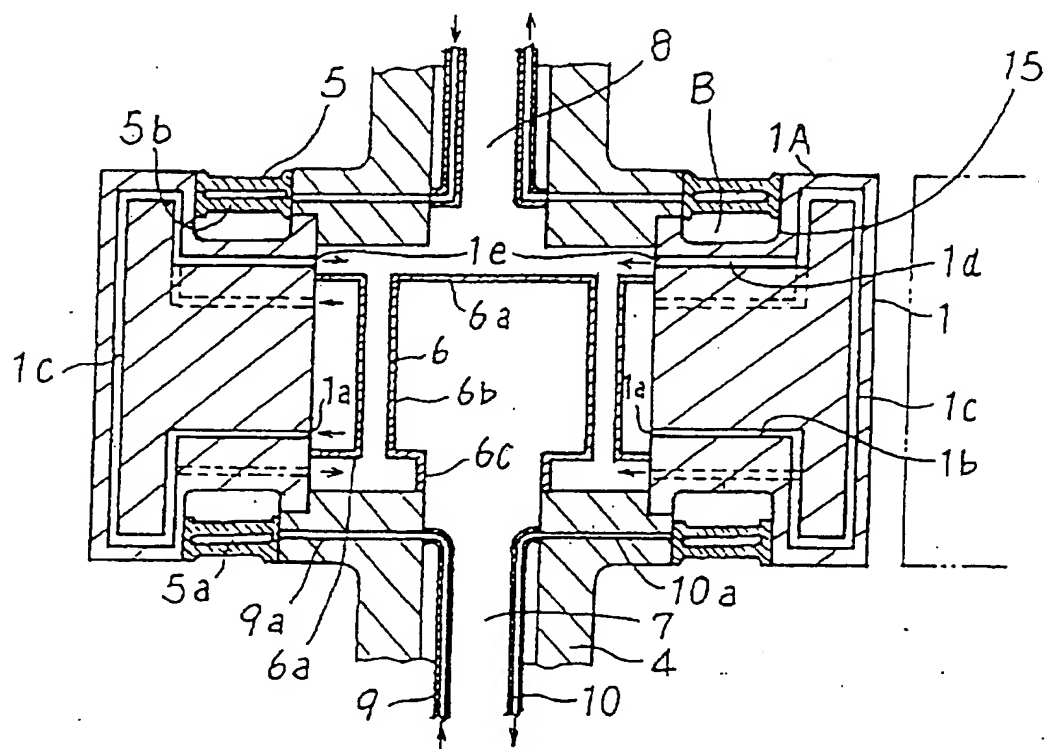


图 2

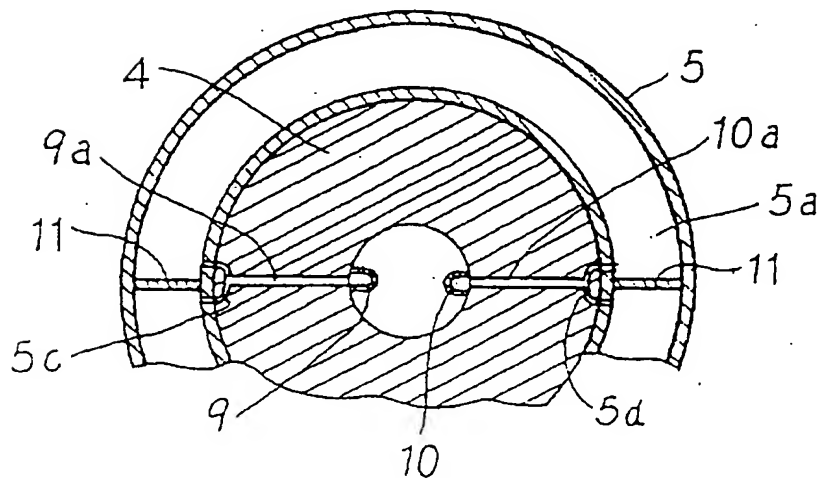


图 3

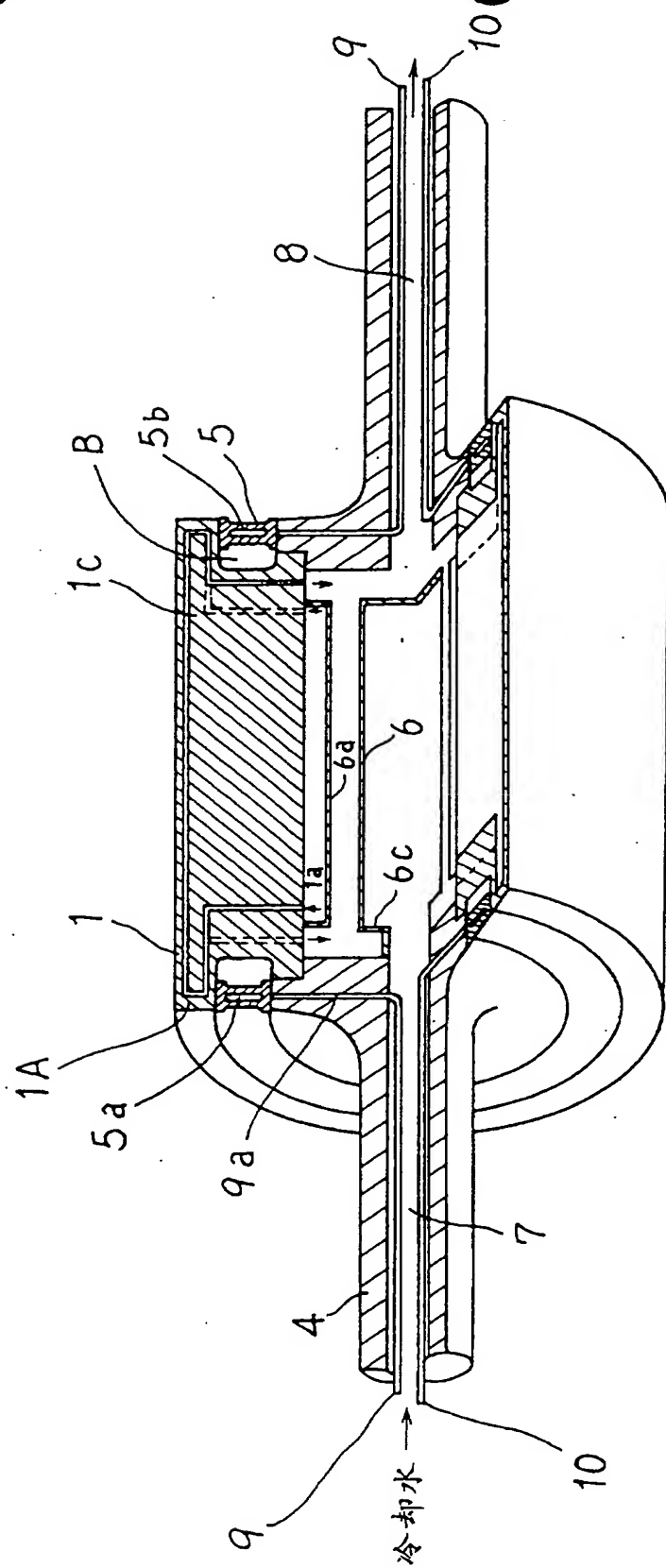


图 4

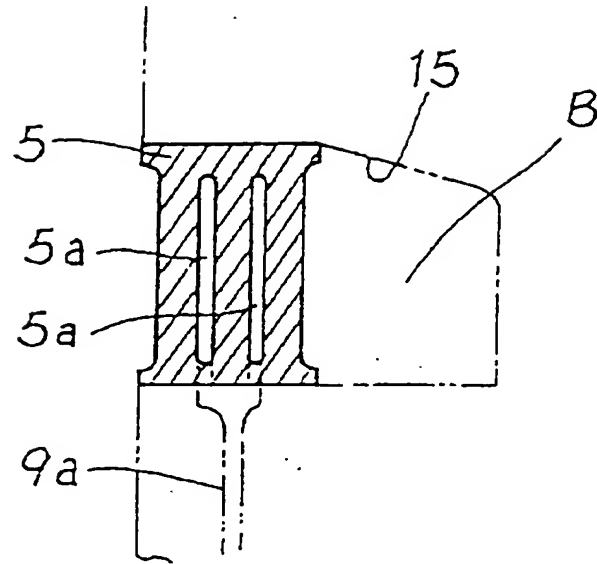


图 5

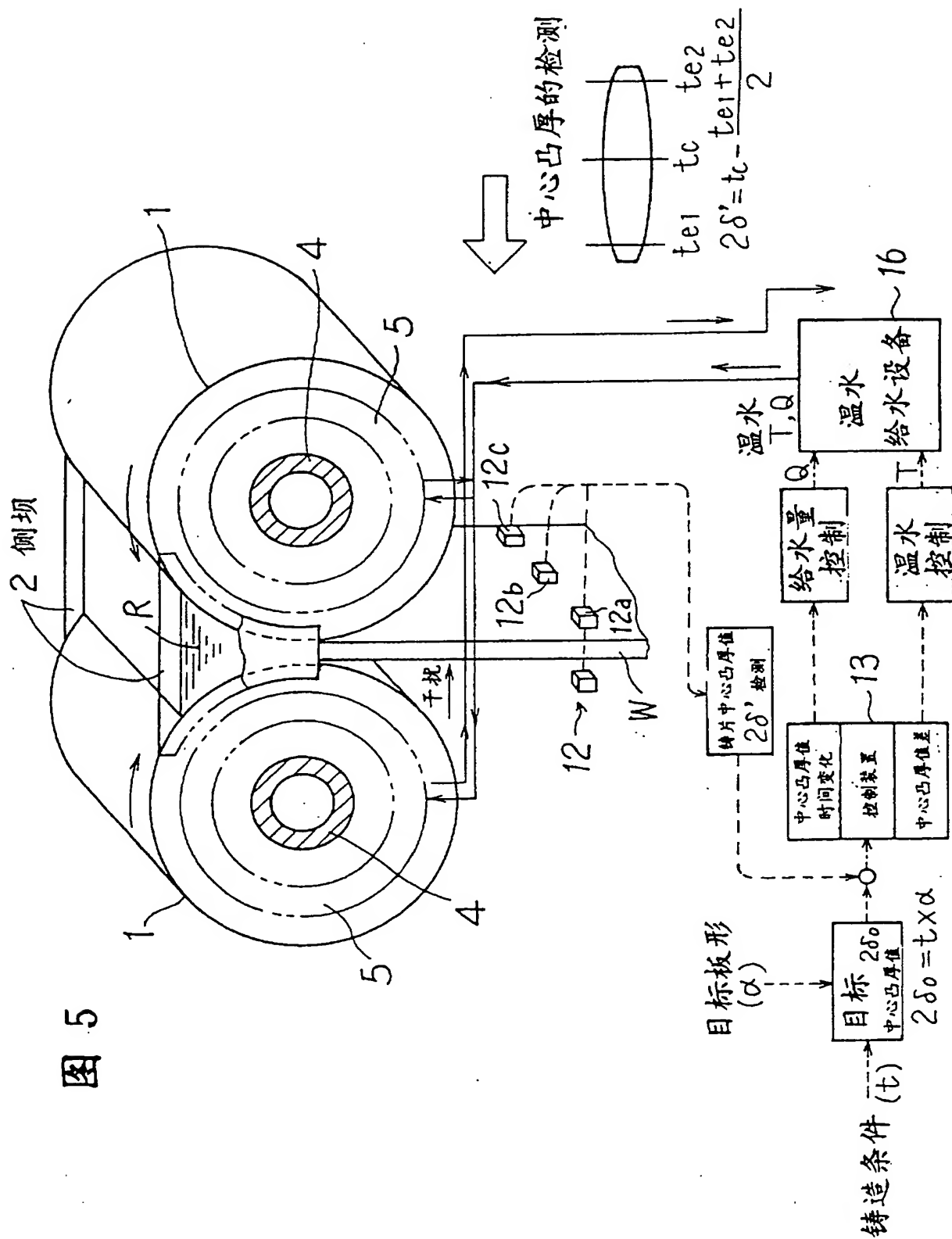


图 6

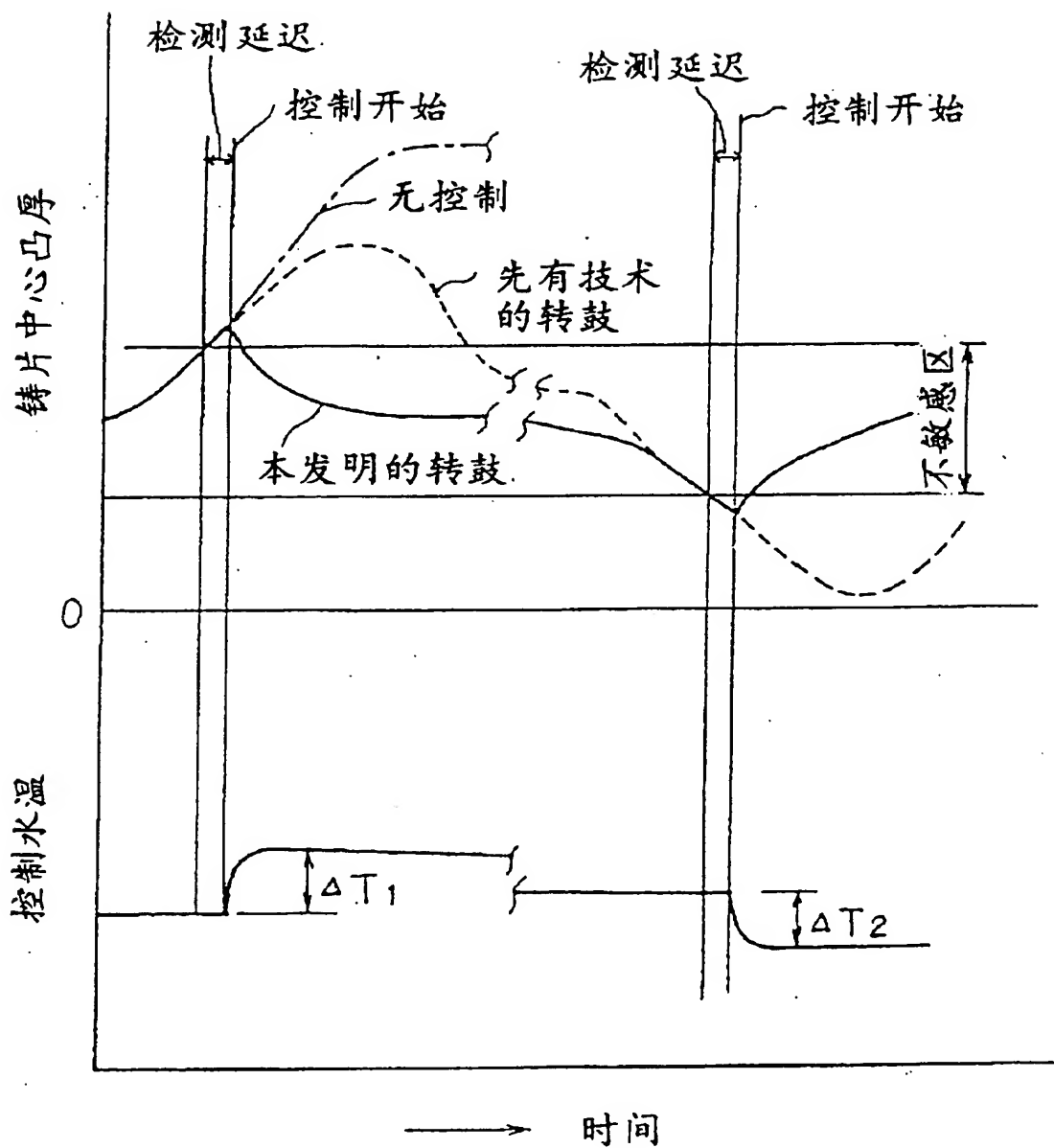


图 7

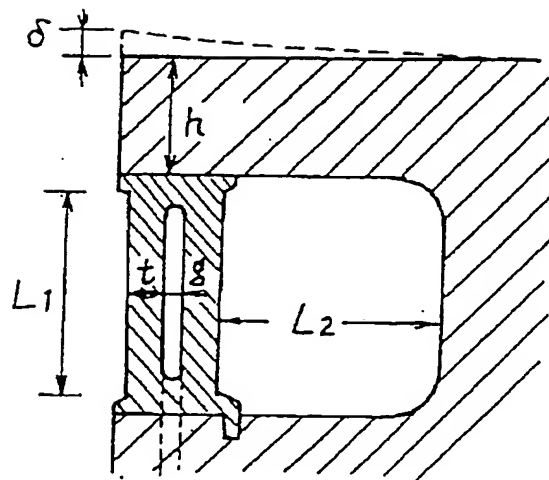


图 8

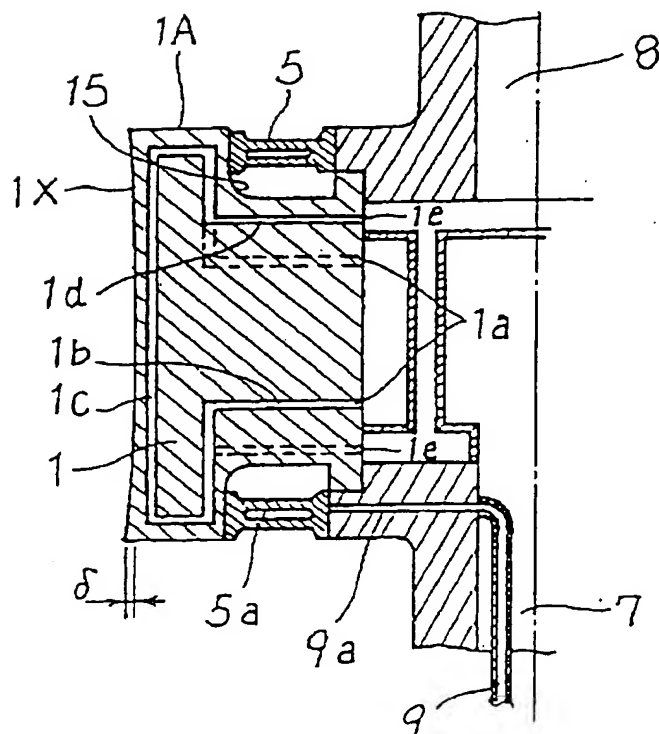


图 9

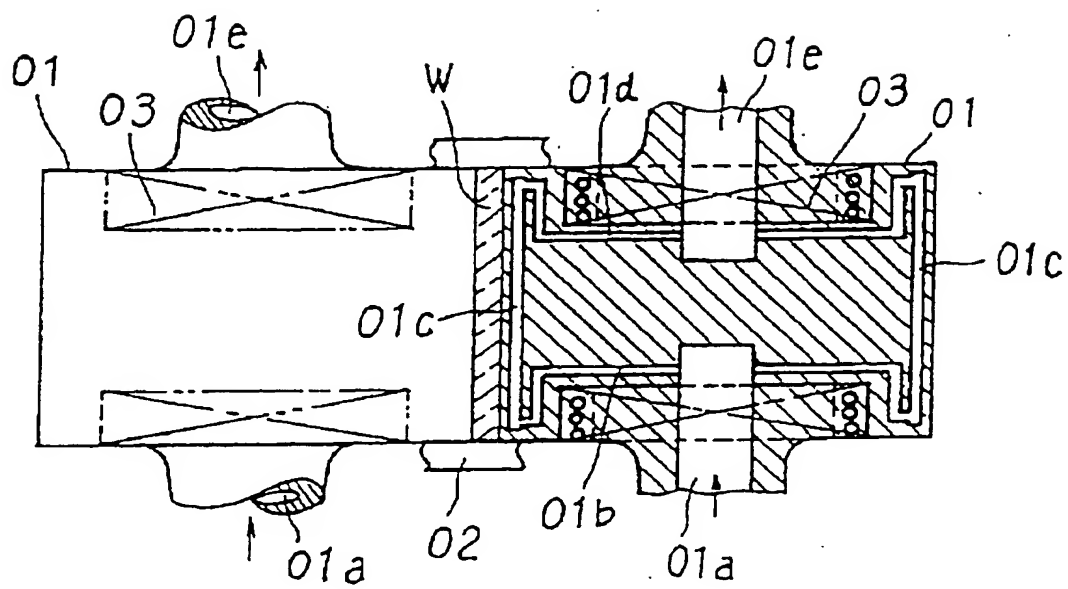


图 10

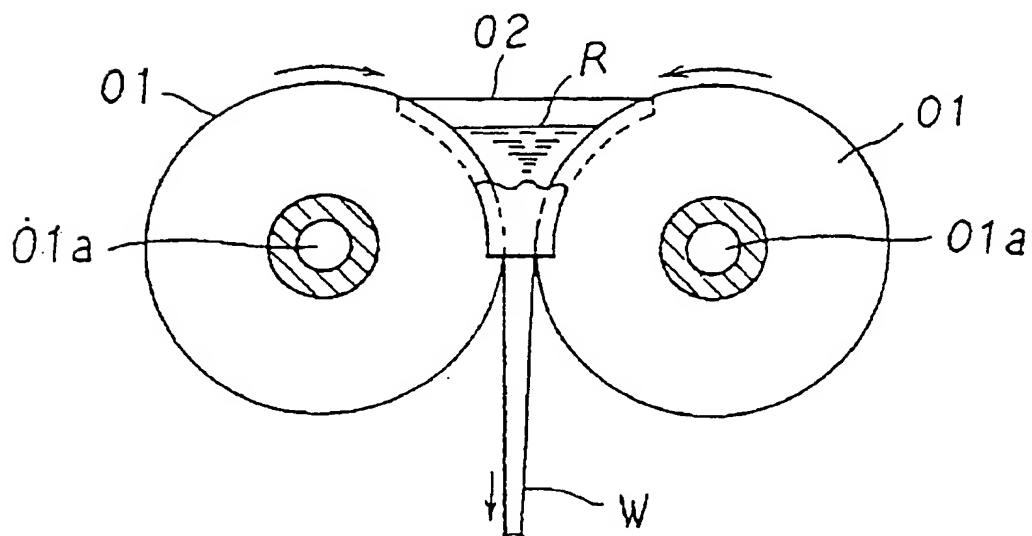
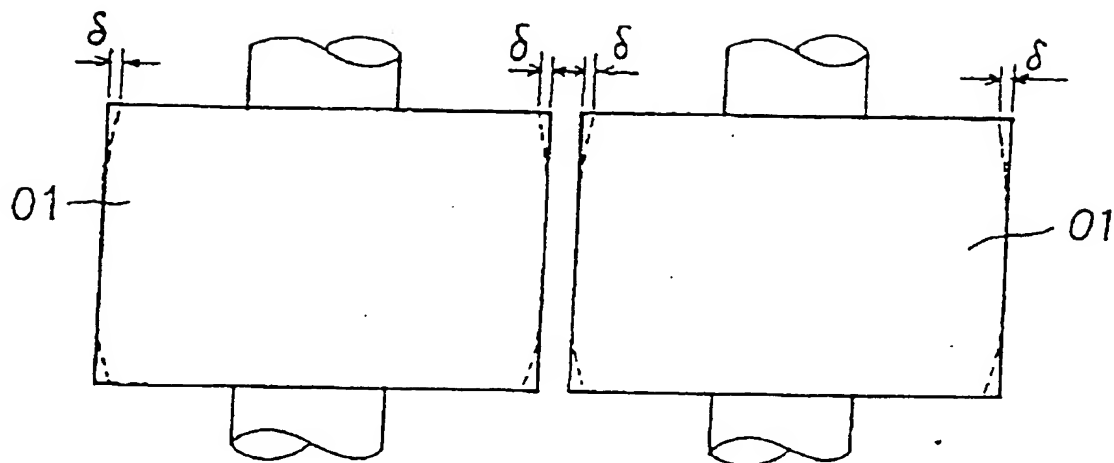


图 11

(a)



(b)

